

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE 848 ^{N°} _____

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean CANCÈS

Né le 14 Juin 1910, à CAHORS (Lot)

De l'utilisation de la chloropierine
dans les opérations
de dératisation et désinsectisation

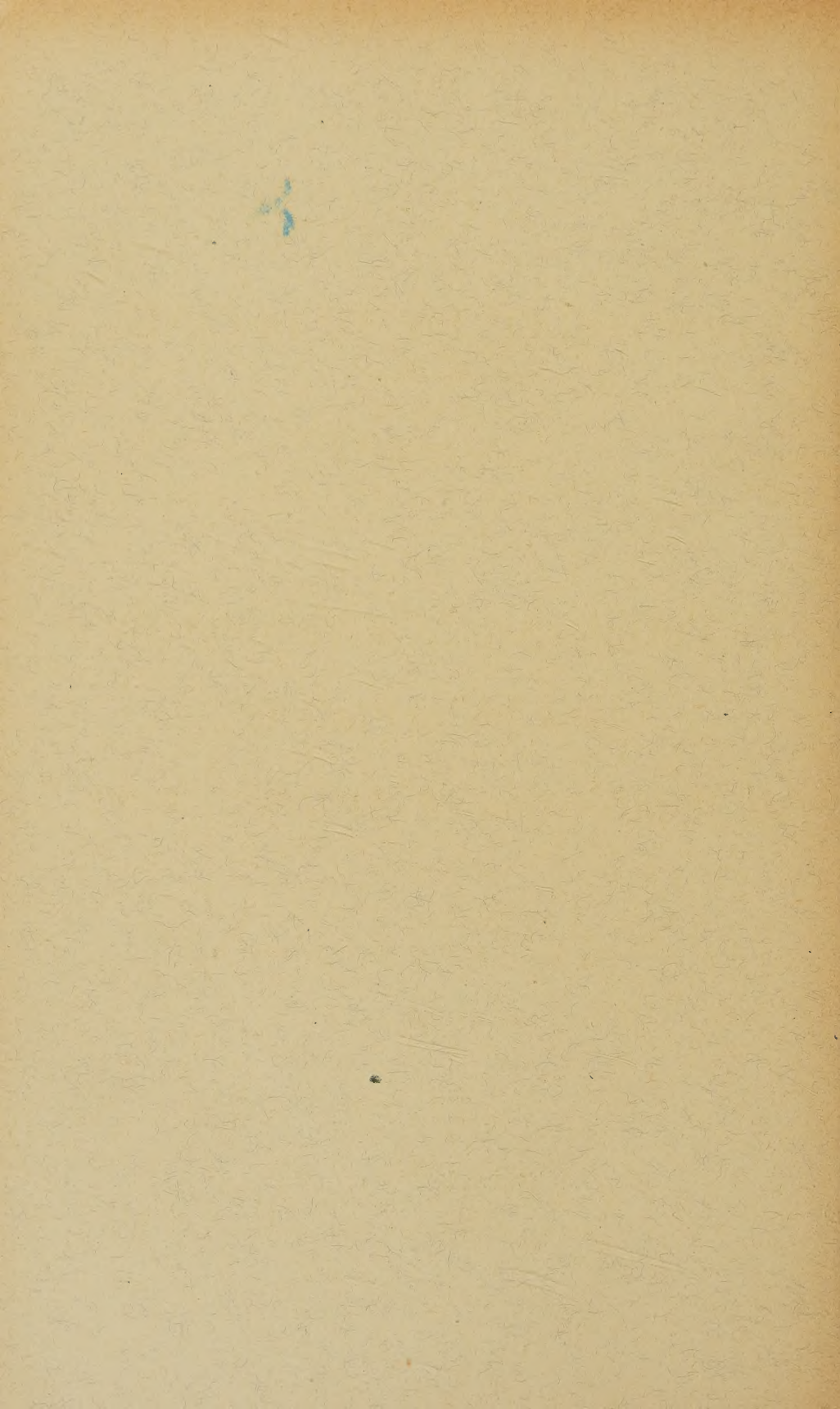
Président : M. TANON, Professeur

PARIS

VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS

23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1935



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1935

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PRÉSENTÉE PAR

Jean CANCÈS

Né le 14 Juin 1910, à CAHORS (Lot)

De l'utilisation de la chloropicrine
dans les opérations
de dératisation et désinsectisation

Président : M. TANON, Professeur

PARIS
VIGOT FRÈRES, ÉDITEURS
23, RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 23

1935

Doyen G. ROUSSY.

I. — Professeurs

	MM.
Anatomie	ROUVIERE.
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Chimie médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSEY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maur. VILLARET.
Clinique médicale	LOEPER.
	CARNOT.
	CLERC.
Hygiène et clinique de la première enfance	Marcel LABBE.
Clinique des maladies des enfants	LEREBOULLET.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	H. CLAUDE.
Clinique des maladies du système nerveux	GOUGEROT.
Clinique des maladies infectieuses	GUILLAIN.
	LEMIERRE.
Clinique chirurgicale	CUNEO.
	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
Clinique ophtalmologique	LENORMANT.
Clinique urologique	TERRIEN.
	MARION.
Clinique d'accouchements	BRINDEAU.
	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
	N...
Clinique gynécologique	OMBRÉDANNE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	RATHERY.
Clinique thérapeutique médicale	LEMAITRE.
Clinique oto-rhino-laryngologique	Pierre DUVAL.
Clinique thérapeutique chirurgicale	SERGEANT.
Clinique propédeutique	BEZANÇON.
Clinique de la Tuberculose	MATHIEU.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	HOVELACQUE.
	MULON.
Professeurs sans chaire	OLIVIER.
	VERNE.
	MOQUOT.

II. — Agrégés en exercice

MM.		MM.	
BÉNARD Henri	Pathologie médicale.	GAYET	Physiologie.
BERNARD Et...	Pathologie médicale.	GIROUD	Histologie.
BOULIN	Pathologie médicale.	HAGUENAU ...	Pathologie médicale.
BULLIARD	Histologie.	HALPHEN	Oto-rhino-laryngologie.
CATHALA	Pathologie médicale.	HAZARD	Pharmacologie.
CHEVALLIER ..	Pathologie médicale.	HUGUENIN	Anatomie pathologique.
COGNON	Physique.	JOANNON	Hygiène.
REY	Urologie.	LABBÉ Henri..	Chimie biologique.
GALLIARD	Parasitologie.	LACOMME	Obstétrique.
GASTINEL	Bactériologie.	LANTUEJOUL..	Obstétrique.
DE GAUDART ..	Pathologie chirurgicale.	LAROCHE Guy.	Pathologie médicale.
D'ALLAINES.			

MM.

LEMAIRE	Pathologie expérimentale.
LEVEUF	Pathologie chirurgicale.
LEVY (M ^{re} J) ..	Pharmacologie.
LEVY-VALENSI.	Neurologie et Psychiatrie.
MOREAU	Pathologie médicale.
MOULONGUET.	Pathologie chirurgicale.
MOUQUIN	Pathologie médicale.
OBERLING	Anatomie pathologique.
PETIT-	
DUTAILLIS.	Pathologie chirurgicale.

MM.

PIÉDELIEVRE.	Médecine légale.
PORTES	Obstétrique.
RICHET	Physiologie.
SANNIE	Chimie biologique.
SENEQUE	Pathologie chirurgicale.
TROISIERS	Pathologie expérimentale.
TURPIN	Pathologie médicale.
VIGNES	Obstétrique.
WILMOTH	Pathologie chirurgicale.
BESANÇON (J.).	Hydrologie.

III. — Agrégés rappelés à l'exercice pour le service des examens

MM.

ALGLAVE	Pathologie chirurgicale.
BUSQUET	Pharmacologie.
CHAILLEY-	
BERT	Physiologie.

MM.

LEROUX	Anatomie pathologique.
NEVEU-	
LEMAIRE ...	Parasitologie.

IV. — Agrégés chargés de cours de clinique annexe à titre permanent

MM.

ABRAMI	} Clinique médicale.
ALAJOUANINE.	
AUBERTIN	
BRULÉ	
CHABROL	
CHIRAY	
DONZELOT	
DUVOIR	
LIAN	
VALLÉRY-RADOT	
(Pasteur).	
SEZARY	

MM.

BASSET	} Clinique chirurgicale
BROCQ	
CADENAT	
GATELLIER	
HEITZ-BOYER ..	
MOURE	
QUÉNU	
SCHWARTZ	} Clinique obstétricale.
VELTER	
ECALLE	
GUÉNIOT	
LE LORIER	
LEVY-SOLAL ...	
METZGER	

V. — Chargés de cours

MM.

FREY	Stomatologie.
CHAILLEY-BERT, agrégé.	Education physique.
LEDoux-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

A MONSIEUR LE PROFESSEUR TANON
Professeur d'Hygiène à la Faculté de Médecine de Paris
Conseiller technique sanitaire au Ministère
de la Santé Publique
Inspecteur général des Services techniques d'Hygiène
à la Préfecture de Police
Officier de la Légion d'honneur
Membre de l'Académie de Médecine

Qui nous a inspiré cette thèse.
Hommage de respectueuse reconnaissance.

A MES MAÎTRES DE L'INSTITUT SUPÉRIEUR D'HYGIÈNE
ET DE L'INSTITUT DE MÉDECINE COLONIALE

A TOUS MES MAÎTRES DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE
DE PARIS

MEIS ET AMICIS

DE L'UTILISATION DE LA CHLOROPICRINE DANS LES OPERATIONS DE DERATISATION ET DESINSECTISATION

INTRODUCTION

La lutte contre le rat et les ectoparasites a, au point de vue de la prophylaxie des maladies, une importance du même ordre que la désinfection.

Le rat, dont la présence est déjà désastreuse au point de vue économique, est, avant tout, le réservoir de virus de la peste.

C'est la prophylaxie de la peste qui a nécessité la création d'une législation internationale de la lutte contre le rat ; nous rappellerons cependant le rôle de ce rongeur dans la propagation du typhus murin, de la spirochétose ictérique, du sodoku, de la trichinose, voire même de la rage ; le campagnol, rat agricole, a été également incriminé dans la propagation de la suette miliaire.

Même si l'on ne peut toujours leur attribuer un rôle dans la propagation des maladies, nous sommes amené à rechercher la destruction des parasites, qui, soit par leurs piqûres douloureuses, soit par leur contact désagréable, ne permettent pas de bonnes conditions d'existence.

Ces parasites ne sont pas toujours des insectes ; ils peuvent être des arachnides ; mais pour simplifier la terminologie, nous parlerons toujours de désinsectisation lorsqu'il s'agira de leur destruction.

Les gaz asphyxiants peuvent être aussi bien utilisés pour les opérations de dératisation que pour celles de désinsectisation.

Il est parfois nécessaire que ces deux opérations soient simultanées ; des puces pestigènes, quittant les cadavres des rats, pourraient aller infecter l'homme.

Le plus souvent, les gaz ne peuvent être employés que dans des locaux étanches ; les terriers des rats peuvent être considérés comme possédant une certaine étanchéité.

Ces gaz doivent répondre à un certain nombre de conditions : présenter un minimum de danger pour les opérateurs et les occupants ultérieurs des locaux traités ; ne causer aucune dégradation ; n'amener aucune altération des substances qui pourraient leur être soumises.

Ils doivent pouvoir être produits et maniés facilement, être facilement éliminés des locaux traités ; enfin leur prix de revient ne doit pas être trop élevé.

Pour mettre à sa place la chloropicrine, que nous nous proposons d'étudier spécialement, nous allons passer en revue les principaux gaz actuellement employés à la dératisation et la désinsectisation.

Nous ne citerons que pour mémoire le phosgène, gaz de combat extrêmement toxique et dangereux à employer, ainsi que le gaz de Nocht et Giemsa, mélange de gaz carbonique et d'oxyde de carbone, bon raticide, mais désinsectisant médiocre, qui, incolore, inodore et persistant parfois sous forme de poches gazeuses, peut être dangereux lors de la réoccupation des locaux traités.

ANHYDRIDE SULFUREUX ANHYDRIDE SULFUREUX-SULFURIQUE

Le gaz le plus anciennement et le plus souvent employé et dont l'utilisation est certainement la moins dangereuse est le gaz sulfureux.

Le Conseil Supérieur d'Hygiène publique de France a fixé, en 1908, la dose utile de ce gaz à 2,50 % en volume, avec une durée de contact de deux heures après la fin de l'application. Ceci correspond à la combustion de 34 grammes de soufre par mètre cube à traiter.

Comme dératisant, il serait efficace à des doses moindres ; mais à cause de sa faible diffusibilité, il est nécessaire de le maintenir à cette haute concentration.

Comme désinsectisant, l'anhydride sulfureux seul n'aurait pas une efficacité suffisante ; certains insectes résistent à son action et leurs œufs conservent leur vitalité. Le mélange anhydride sulfureux-sulfurique serait seul efficace.

La production du gaz est aisée dans les locaux faciles à surveiller et où les risques d'incendie sont faibles. On peut brûler directement du soufre, soit seul, soit additionné de nitrate de potasse, lorsque l'on veut obtenir de fortes concentrations ; dans ce dernier cas on obtient du gaz sulfureux-sulfurique.

Ces procédés ne sont pas utilisables à bord des navires où l'on est obligé d'employer des appareils spéciaux : Clayton, Blanc, etc..., à combustion de soufre ; Marot, à détente d'anhydride sulfureux-sulfurique liquide ; ou bien, sans appareillage, des obus d'anhydride sulfureux liquide, utilisés dans les ports algériens.

L'anhydride sulfureux liquide permet également de traiter les terriers de rats.

Les métaux, les dorures, les couleurs, les étoffes sont attaqués par le gaz sulfureux, surtout si l'on opère en atmosphère humide, ce qui est la règle ; ces inconvénients sont accrus avec l'anhydride sulfurique, ce dernier altère de plus les farines, auxquelles il laisse un goût désagréable.

Après sulfuration, il faut procéder à une aération intense ; cependant les corps poreux, le café, le thé, les matelas, les étoffes conservent, d'une manière assez persistante, une odeur désagréable.

Les opérations de dératisation et de désinsectisation sont donc relativement longues, d'une efficacité incertaine (nous reviendrons sur ce sujet), des dégradations peuvent être produites, les denrées alimentaires sont parfois altérées.

Elles présentent l'avantage d'être peu dangereuses, le gaz sulfureux, doué d'une faible agressivité, étant à la fois visible, odorant et suffocant.

ACIDE CYANHYDRIQUE

L'emploi de l'acide cyanhydrique fut généralisé plus tard, aux Etats-Unis d'abord, en Italie ensuite, où il est utilisé d'une façon courante, non seulement pour le traitement des navires, mais celui des entrepôts, des docks et des ports.

C'est un dératisant aussi bien qu'un désinsectisant efficace. Facilement et à peu de frais il peut être produit par réaction de l'acide sulfurique sur le cyanure de sodium.

Ce gaz est extrêmement diffusible, d'une densité voisine de celle de l'air.

D'après Greel et Simpson, dans la dératisation des navires, 77 % des rats seulement seraient tués par le gaz sulfureux ; il y en aurait 95 % par l'acide cyanhydrique.

Dès leur atteinte par le gaz, les rats sont sidérés et ne cherchent pas à fuir.

Les doses employées sont de 2 gr. 50 par mètre cube avec une durée de contact minima d'une heure pour la dératisation. Avec des doses de 4 gr. 50 à 6 grammes par mètre cube et une durée minima de contact de six heures les parasites et leurs œufs sont détruits.

On produit actuellement ce gaz par réaction de SO^4H^2 sur le Na Cy, dans des appareils spéciaux placés hors des locaux à traiter ; il peut être également utilisé sous forme de solution stabilisée (procédé Galardi), fixé sur des matières inertes (Zyklon B) ou même conservé à l'état liquide dans des obus.

L'action de l'acide cyanhydrique est nulle sur les tissus, les couleurs, les métaux, les dorures, les denrées alimentaires, sauf les denrées liquides ou semi-liquides ; en effet, il se dissout en toutes proportions dans l'eau.

Il a l'inconvénient d'être extrêmement toxique pour l'homme. A des doses déjà dangereuses il n'est pas encore perceptible à l'odorat. Il a pu ainsi causer de nombreux accidents mortels, non seulement chez les désinfecteurs, pendant les opérations de cyanhydrisation, mais encore lors de la réoccupation des locaux où des traces résiduelles du toxique avaient persisté, en particulier à l'intérieur des oreillers et des matelas qui n'avaient été ni suffisamment ventilés, ni battus.

Il a également causé des accidents chez les occupants des locaux voisins de ceux qui étaient traités ; grâce

à son extrême diffusibilité, il pouvait passer d'un local à l'autre par la moindre fissure, dans certains cas même, par des cheminées communicantes.

L'emploi de l'acide cyanhydrique demande donc un personnel tout à fait spécialisé.

On est obligé de lui adjoindre des gaz détecteurs ou même de déceler sa présence par des réactifs spéciaux (papier à la benzidine).

Son emploi est sévèrement réglementé en France pour le traitement des navires, il est interdit sur le territoire du département de la Seine.

Il était donc intéressant de rechercher un gaz sans action sur les métaux, les dorures, les couleurs, les étoffes et, le cas échéant, les matières alimentaires, d'un pouvoir désinsectisant et dératisant aussi intense que celui de l'acide cyanhydrique et aussi facilement détectible que l'anhydride sulfureux.

LA CHLOROPICRINE

La chloropicrine, nitrométhane trichloré, ou trichloronitrométhane, à l'état de vapeur, est le dernier en date des gaz utilisés pratiquement pour la destruction des rongeurs et la désinsectisation.

Les premières recherches en France furent faites par M. le Professeur Gabriel Bertrand, dans le but de trouver, parmi les substances agressives, suffocantes ou lacrymogènes utilisées pendant la Grande Guerre, un parasiticide agricole efficace, d'un emploi facile et nécessitant peu de main-d'œuvre.

La substance choisie fut la chloropicrine. Cette dernière, obtenue dans l'industrie avec un rendement élevé, d'une conservation et d'un transport facile, possède la plus grande activité.



la chloropicrine tire son nom de sa préparation initiale qui s'est effectuée en traitant l'acide picrique par le chlorure de chaux.

Ce procédé est un procédé industriel ; pratiquement on utilise l'action du chlorure de chaux sur l'acide picrique ou ses résidus de fabrication.

Elle ne diffère du chloroforme que par la substitution d'un groupe nitré NO^2 , à l'atome d'hydrogène.

Elle peut se préparer en faisant agir l'acide nitrique sur le chloroforme.



C'est un liquide incolore, assez réfringent, très mobile,

de densité : $D = 1,666$ à $+ 16^\circ$;

de point d'ébullition : $+ 112^\circ 5$ à 766^{mm} de Hg ;

d'une très forte tension de vapeur : $30^{\text{mm}} 5$ à $+ 15^\circ$

Elle est peu soluble dans l'eau qui en dissout seulement 1 gr. 65 par litre à $+ 18^\circ$, par contre elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther.

A l'état de grande dilution dans l'air, elle possède une odeur légèrement aromatique ; plus concentrée, elle devient rapidement irritante pour les yeux et les voies respiratoires. Son pouvoir lacrymogène se fait sentir à des concentrations bien inférieures aux concentrations dangereuses ; la sensation douloureuse apparaît tout d'un coup assez forte et n'augmente que lentement d'intensité si l'on prolonge le séjour dans l'atmosphère irritante. A doses égales, la sensation de picotement et les larmes apparaîtraient un peu moins vite la matinée que l'après-midi.

Malgré ses propriétés lacrymogènes et suffocantes, la chloropicrine est d'un maniement aisé.

Elle est conservée et transportée facilement dans des récipients de fer ; on peut la transvaser en plein air sans utiliser la protection d'un masque ; sa faible solubilité dans l'eau permet de l'aspirer avec une pipette, si l'on a eu soin d'introduire tout d'abord une certaine quantité d'eau dans cette dernière.

Un masque de guerre A. R. S. cartouche S, ou un Tissot assurent une protection efficace contre les vapeurs de chloropicrine.

RECHERCHE DE LA CHLOROPICRINE SON DOSAGE

Nous avons vu que la chloropicrine ne se différenciait du chloroforme que par la substitution d'un groupe nitré à un atome d'hydrogène.

M. le Pharmacien principal Rothéa eut donc l'idée d'appliquer à sa recherche une méthode analogue à celle utilisée par Nicloux pour déceler la présence de traces de chloroforme, ce dernier étant amené à l'état de solution alcoolique.

Pour le chloroforme, la réaction utilisée était :



Formiate de
Potassium

Pour la chloropicrine elle devient :



Nitrite de
Potassium

Le chlore du chlorure de potassium donne un précipité blanc de chlorure d'argent en présence d'une solution d'azotate d'argent ; l'acide nitreux du nitrite de potassium est caractérisé par la coloration bleue intense obtenue en présence du sulfate de diphénylamine, par la coloration verte en présence d'antipyrine et par la coloration rouge intense avec le réactif de Griess.

Pour cette méthode, il est nécessaire d'amener la chloropicrine à l'état de solution alcoolique : un poids connu de matières soupçonnées de retenir des traces de chloropicrine est placé dans un ballon avec une quantité d'eau suffisante pour les recouvrir.

On chauffe le ballon, et, s'il y a de la chloropicrine, celle-ci, très volatile, se dégage. Elle est alors entraînée par un courant de vapeur d'eau provenant d'un second ballon porté à ébullition. Le mélange de vapeur d'eau et de chloropicrine ainsi obtenu, passe dans un réfrigérant incliné que termine un tube effilé et recourbé plongeant dans l'alcool absolu contenu dans un petit ballon Soxhlet.

La chloropicrine se dissout dans l'alcool, et c'est à la solution alcoolique ainsi obtenue que l'on applique exactement la méthode de Nicloux : chauffage pendant une heure avec une solution alcoolique de potasse à 10 %, neutralisation en présence de phénolphtaléine par l'acide sulfurique, caractérisation et dosage du chlore par une solution au 1/20^e de nitrate d'argent en présence de chromate neutre de potassium comme indicateur.

ACTION DE LA CHLOROPICRINE SUR LES SUBSTANCES ALIMENTAIRES

La chloropicrine se fixe assez facilement sur les corps gras d'origine animale ou végétale ; ses vapeurs à forte concentration imprègnent les huiles, le lait, le beurre en leur communiquant une odeur et une saveur désagréables ; le vin, les eaux-de-vie, le rhum conservent un certain temps l'odeur de la chloropicrine, mais celle-ci est assez fugace et la saveur ne semble pas subir une altération sensible.

Si l'action de la chloropicrine sur les céréales détruit en grande partie (30 %) le pouvoir germinatif de celles-ci, l'ingestion d'aliments préparés avec des farines provenant de ces céréales s'est montrée inoffen-

sive. Rothéa n'a décelé, par la méthode de Nicloux, aucune trace de chloropicrine dans les farines ou les céréales qui avaient été soumises à l'action de ses vapeurs, aux concentrations de 15 à 20 grammes par mètre cube.

AUTRES ACTIONS SUR LES LOCAUX ET LES SUBSTANCES QUI PEUVENT Y ETRE ENTREPOSEES

La peinture fraîche, l'essence de térébenthine conservent l'odeur de la chloropicrine pendant un certain temps. En revanche, les huiles et les graisses minérales, vaselines et graisses consistantes industrielles, ne sont pas touchées par les vapeurs de chloropicrine, même à haute concentration ; il en est de même pour les savons de potasse et de soude.

Enfin ses vapeurs n'altèrent ni les tissus, ni les couleurs, ni les dorures. Les fibres textiles les plus fragiles peuvent être soumises à son action ; l'étouffage des cocons de vers à soie par la chloropicrine laisse aux fibres de soie des qualités équivalentes à celles des fibres de cocons frais.

Son action sur les métaux est maxima à la lumière, la chaleur et l'humidité (Randier) ; cependant elle n'est pas perceptible dans les conditions habituelles d'emploi des vapeurs de chloropicrine.

ACTION DE LA CHLOROPICRINE SUR LE RAT

L'action de la chloropicrine sur le rat a été étudiée par M. le Professeur Gabriel Bertrand et ses collaborateurs. Ils ont expérimenté sur le rat gris ou rat d'égout (*mus decumanus*). C'est ce rat que l'on trouve le plus souvent sur les navires et dans nos pays où le rat noir (*mus rattus*) a presque totalement disparu.

Pour obtenir l'atmosphère toxique, des gouttes de chloropicrine, d'un poids connu, étaient versées dans des flacons d'expérience, à l'aide d'une pipette construite à cet effet. Ces flacons étaient bouchés puis agités fortement pour assurer une bonne répartition des vapeurs. On y introduisait alors les animaux en expérience.

(D'autres auteurs, après avoir dosé la chloropicrine par le même procédé, la versaient sur des carrés de papier filtre pour obtenir son évaporation.)

Il y eut deux séries d'expériences pour mettre en évidence l'action de la chloropicrine.

Une première fois ils firent agir des doses différentes de chloropicrine et notèrent le temps au bout duquel expirait l'animal, maintenu en atmosphère toxique ; deux ou trois expériences furent faites pour chaque dose et ils obtinrent les temps moyens suivants :

Nombre de grammes par m ³	Temps moyens de mort
1 gramme	2 heures 5 minutes
2 —	1 heure 23 minutes
3 —	41 minutes
4 —	39 minutes
5 —	34 m. 30 s.
6 —	27 minutes
7 —	30 m. 30 s.
8 —	26 minutes
9 —	22 m. 30 s.
10 —	22 minutes
20 —	13 minutes
25 —	10 m. 30 s.
30 —	10 minutes

Dans une deuxième série d'expériences, ils opérèrent avec une concentration constante de chloropicrine (soit 10 grammes par m³), et les rats furent retirés au bout d'un temps variable. ●

Les temps au bout desquels survenait la mort des rats étaient notés :

Durée d'exposition	Temps de mort
1 minute	4 heures 18 minutes
2 —	4 heures 33 minutes
3 —	58 minutes
5 —	36 minutes
7 —	1 heure 9 minutes
10 —	48 minutes
12 —	52 minutes
15 —	28 minutes

En résumé, pour les rats maintenus en atmosphère toxique avec des doses de chloropicrine de 20 à 30 grammes par mètre cube, la mort survient en 10 mi-

nutes ; avec des doses de 10 grammes par mètre cube, il faut 22 minutes de contact.

La chloropicrine est donc un produit extrêmement actif. De plus, si le rat est parvenu à s'échapper dans une atmosphère non infectée, nous voyons qu'il mourra cependant au bout de 4 heures s'il n'a subi l'action toxique qu'une minute, au bout d'une demi-heure s'il l'a subie 15 minutes, aux doses de 10 grammes par mètre cube.

La mort survient en effet par œdème pulmonaire, et les lésions continuent à se développer alors même que l'animal n'est plus soumis aux vapeurs irritantes. L'œdème aigu du poumon est la lésion constatée d'une manière constante à l'autopsie des animaux, rats, chats, cobayes, lapins ayant succombé à l'action des vapeurs de chloropicrine ; on note accessoirement une congestion intense du foie et des reins avec une dilatation extrême des veines sus-hépatiques ; le cœur est volumineux, dur, distendu par des caillots noirâtres.

Employée à la dose de 10 grammes par mètre cube, la chloropicrine est donc douée vis-à-vis du rat d'une activité tout à fait comparable à celle de l'acide cyanhydrique.

PROPRIETES INSECTICIDES DE LA CHLOROPICRINE

1° Action sur les puces

Lorsque les rats sont placés dans une atmosphère chloropocrinée, les puces dont ils sont porteurs s'enfuient presque aussitôt, mais elles meurent peu de temps après avoir quitté leur hôte, car elles sont encore plus sensibles que lui à l'action des vapeurs de chloropicrine. Cette action fut observée sur la *Xenopsilla Cheopis*.

Cette propriété de la chloropicrine est extrêmement importante, car elle permet, avec la destruction du rat, celle de ses puces, et celles-ci peuvent être pestigènes.

Les observations portèrent sur plus de 50 insectes ; la dose chloropocrinée variait de 5 à 30 grammes par mètre cube et la température de 16° à 24° ; les temps de mort varièrent de 3 à 15 minutes.

2° Action sur les poux et lentes

Le rôle du pou dans la transmission des typhus est bien connu. C'est le pou de corps ou de vêtement (*pediculus corporis ou vestimenti*) qui semble devoir être incriminé. Il était donc intéressant de connaître l'action de la chloropicrine sur le pou et ses lentes, et de rechercher si elle pouvait être employée utilement

pour la désinsectisation des vêtements ou des literies parasitées.

a) *Action sur les poux.*

On vérifia l'action de la chloropicrine soit sur des poux directement exposés à ses vapeurs, soit sur des poux protégés par un certain nombre de couches d'étoffes. On pouvait ainsi se rendre compte de son pouvoir parasiticide en surface et en profondeur.

Les variations de la toxicité de la chloropicrine furent également étudiées en fonction de la température. En effet, lors de ses recherches sur la destruction des charançons, M. le Professeur G. Bertrand avait montré que s'il n'y a pas lieu de se préoccuper de l'influence de la lumière ou de l'obscurité, ainsi que de l'état hygrométrique, par contre, l'élévation de température, comme s'il s'agissait d'une réaction chimique, augmente d'une façon notable la rapidité d'action des vapeurs insecticides.

Il y a donc intérêt, lorsque cela est possible, à élever la température des locaux où l'on utilise la chloropicrine.

M. le Médecin principal Marcandier utilisa le plus souvent pour ses recherches le *pediculus vestimenti*. Les poux étaient enfermés dans des tubes à hémolyse, obturés par une gaze. Ils étaient soumis ensuite aux vapeurs toxiques, soit dans des flacons où les tubes à hémolyse étaient suspendus par un fil, soit dans des chambres à désinfection.

A la température du laboratoire oscillant de 17° à 19°, les poux exposés dans les flacons aux vapeurs de chloropicrine à saturation, étaient tués au bout d'un temps de contact compris entre 1 minute 1/2 et 3 minutes.

Dans les mêmes conditions, mais avec une dose de 10 grammes par mètre cube, ce qui, nous le rappelons, donne la concentration utile à la destruction du rat, le temps de mort variait de 40 minutes à 1 h. 30 ; cependant, si les insectes étaient encore dangereux après dix à quinze minutes d'exposition aux vapeurs toxiques, ils étaient hors d'état de piquer après avoir subi leur contact pendant 25 minutes.

L'influence de la température fut étudiée dans les chambres à désinfection munies d'un dispositif de chauffage. Ces recherches, faites en hiver, permirent d'expérimenter à des températures assez basses ; on put ainsi faire des observations à des températures variant de $+5^{\circ}$ à $+33^{\circ}$.

L'élévation de la température accrut d'une manière considérable l'activité des vapeurs de chloropicrine ; une augmentation de concentration ne pouvait contrebalancer l'abaissement de température.

Ces expériences peuvent être résumées par le tableau suivant ⁽¹⁾ :

Température	Position	Dose par m3	Durée de contact	Résultats	Témoins
33°	Surface	10 gr.	40 minutes	Tués	Vivants
	Profondeur				
5°	Surface	10 gr.	3 heures	Vivants	
	Profondeur				
5°	Surface	20 gr.	3 heures	Vivants	
8°	Surface	10 gr.	3 heures	Vivants	
				Fortement	
7°-8°	Surface	10 gr.	4 heures	gazés	
	Profondeur			vivants	
				Très	
5°-6°	Profondeur	10 gr.	6 heures	fortement gazés	
8°	Profondeur	10 gr.	16 heures	Tués	

(1) D'après Marcandier.

[Pour les poux exposés en profondeur, les tubes à hémolyse étaient soit cousus entre deux épaisseurs de drap de capote, soit introduits entre l'étoffe et la doublure d'un caban épais ou le matelas et la fonçure d'un hamac, soit placés au milieu des pièces de linge contenues dans un sac de marin.]

Aux températures de 5° à 8°, à la dose de 10 grammes par mètre cube, il fallait donc, pour obtenir un résultat utile, prolonger l'action de la chloropicrine au moins 6 heures. L'élévation de la dose à 20 grammes par mètre cube ne permettait pas d'abréger la durée de contact.

A la température de 8°, avec une dose de 10 grammes par mètre cube, 16 heures d'exposition donnaient un résultat certain.

Nous voyons aussi qu'à des températures plus élevées (33°) la mort des poux survient très rapidement (40 minutes au plus) à la même concentration.

Cette influence de la température peut s'expliquer, d'une part par la moins grande rapidité d'évaporation et de diffusion de la chloropicrine aux basses températures ; d'autre part par la moins grande rapidité des échanges biologiques à ces mêmes températures ; en effet, si les poux étaient préalablement refroidis, ils présentaient, à ces basses températures, une résistance beaucoup plus grande aux vapeurs toxiques.

Il est à noter que l'âge des poux ne semble pas faire varier leur résistance aux vapeurs insecticides ; de plus, lorsqu'ils subissent leur action, ils passent, avant de mourir, par une phase d'agitation, puis de paralysie ; à cette dernière phase, s'ils sont replacés à l'air libre, ils ne peuvent jamais survivre.

b) Action sur les lentes.

Après avoir été soumises à l'action des vapeurs de

chloropicrine, des lentes étaient introduites dans une étuve à 29° ; des lentes témoins étaient placées dans les mêmes conditions, et on notait le nombre d'éclosions dans l'un et l'autre cas.

Des lentes exposées dans un flacon d'expérience aux vapeurs de chloropicrine à saturation, ne présentaient plus d'éclosions après un contact de 15 minutes, à une température de 17°.

Dans une chambre à désinfection, il fallait plus de 3 heures et moins de 5 heures pour tuer toutes les lentes placées entre deux épaisseurs de drap de capote, la température étant de 8° et la dose de chloropicrine employée de 10 grammes par mètre cube. A 33°, dans les mêmes conditions, les lentes sont tuées au bout de 3 heures ; au bout d'une heure les éclosions sont très rares.

Comme pour les poux, une augmentation de la concentration des vapeurs ne peut compenser un abaissement de température : à la température de 5°, les lentes ne sont pas tuées en profondeur, après 2 h. 30 de contact, à la dose de 10 grammes par mètre cube ; si on élève la dose à 20 grammes par mètre cube, les résultats ne sont pas meilleurs.

Si les lentes sont protégées par de nombreuses épaisseurs de tissus, il faut, pour obtenir un résultat absolument certain, avec une dose de 10 grammes par mètre cube et une température de 10°, prolonger l'action des vapeurs pendant 24 heures.

L'eau chloropicrinée détruit les lentes en moins de 15 minutes ; quant à la vaseline chloropicrinée, son action ne semble pas plus efficace que celle de la vaseline ordinaire ; cette dernière, en collant leur clapet, empêche l'éclosion des œufs.

3° Action sur la punaise des lits

La punaise des lits (*cimex lectularius*), dont le rôle pathogène est incertain, a été accusée de transmettre la lèpre, certaines leishmanioses, la tuberculose et la fièvre récurrente.

Leurs piqures douloureuses, leur contact répugnant amènent à rechercher leur destruction. Celle-ci est extrêmement difficile ; elles résistent même parfois aux fumigations d'acide cyanhydrique. Les vapeurs de chloropicrine se montrent très efficaces vis-à-vis de ce parasite.

M. le Professeur G. Bertrand et ses collaborateurs ont étudié les possibilités d'utilisation de la chloropicrine dans la destruction des punaises. Dans un premier groupe d'expériences, ils placèrent environ 350 parasites dans des flacons contenant des vapeurs de chloropicrine à une concentration connue.

Pour chaque concentration de vapeurs toxiques employée, ils firent 4 séries d'expériences. On notait dans chaque série les temps maxima au bout desquels tous les insectes étaient détruits, puis, pour chaque concentration, on faisait une moyenne des 4 résultats obtenus.

Les moyennes de temps maxima de mort furent les suivantes :

12 heures 22 m., 6 h. 17 m., 3 h. 5 m., 2 h. 5 m., 1 h. 51 m., 1 h. 47 m., 1 h. 20 m., 1 h. 7 m., 1 h. 7 m., 1 h. 26 m., 1 h. 3 m., 33 minutes, pour des doses qui étaient respectivement de :

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 grammes par mètre cube.

Au point de vue pratique, ce sont les proportions de 4 à 10 grammes qui offrent le plus d'intérêt.

Ces résultats ayant été obtenus, des expériences pratiques de désinsectisation furent faites.

Un premier essai fut effectué dans une pièce de 10 mètres cubes, où l'on pulvérisa 100 grammes de chloropictine, soit 10 gr. par mètre cube ; toutes les punaises d'un lit parasité, qui y avait été placé, furent détruites après 8 heures de contact.

Un deuxième essai porta sur 8 lits placés dans une pièce de 75 mètres cubes, avec toujours la même dose de 10 grammes de chloropictine par mètre cube. Sur l'un des lits, placé au milieu du local, on avait mis dans un tube à essai fermé par une gaze, vingt punaises à différents états de développement ; après 4 heures de contact toutes les punaises des lits étaient détruites ; la plupart d'entre elles avaient quitté la literie et leurs cadavres gisaient au pied des lits.

Lorsque nous étudierons les conditions pratiques d'emploi de la chloropictine, nous verrons qu'elle permet non seulement la désinsectisation des literies, mais encore celle des locaux.

Si l'on craint que les œufs de punaises ne soient pas détruits après un premier traitement par les vapeurs de chloropictine, on peut en effectuer un second une semaine après, ce qui est la durée d'éclosion de ces œufs.

Cependant Johanner Wille prétend qu'avec une dose de chloropictine de 17 grammes par mètre cube, on obtient la destruction des punaises et de leurs œufs au bout de 3 heures de contact.

M. le Professeur Bertrand, puis Marcandier montrèrent que 24 heures de contact avec les vapeurs de chloropictine, à la dose de 10 grammes par mètre cube, suffisaient pour détruire les punaises et leurs œufs.

4° Action de la chloropicrine sur les tiques

Les tiques, dans les pays exotiques surtout, jouent un grand rôle dans la propagation des maladies humaines ou de celles des animaux domestiques.

Le *rhhipicephalus sanguineus*, tique du chien, transmet en particulier la fièvre boutonneuse, qui ne se trouve guère que dans le bassin méditerranéen, au Portugal et en Roumanie.

Les recherches portèrent sur une tique du chien fréquente dans la région bordelaise, le *rhhipicephalus sanguineus*, Labrulle, 1806 (Guillyni). Après une exposition de 2 heures 30' aux vapeurs toxiques, la dose de chloropicrine employée étant de 10 grammes par mètre cube, les parasites qui n'avaient pas été détruits étaient atteints d'une torpeur qui se terminait infailliblement par la mort ; des *Rhipicephalus* exposés 9 heures aux vapeurs de chloropicrine, à la dose de 5 grammes par mètre cube, n'étaient pas suffisamment atteints et pouvaient recouvrer leur vitalité ; dans les mêmes conditions, si la dose était élevée à 10 grammes par mètre cube, ils étaient totalement détruits.

Les argas de nos pays ne transmettent aucune affection à l'homme et ne le parasitent qu'accidentellement.

L'*argas reflexus*, qui est normalement un parasite des pigeoniers, peut, lorsque ces derniers sont abandonnés de leurs hôtes, s'attaquer à l'homme. Ce parasite est extrêmement résistant ; il peut subir des jeûnes prolongés sans perdre sa vitalité, et il est peut-être plus difficile d'obtenir sa disparition que celle des punaises.

La chloropicrine, à la dose de 20 à 30 grammes par mètre cube, agissant pendant une journée, permet la destruction de ce parasite.

5° Action sur les blattes

Les blattes, commensaux incommodes de l'homme dans les maisons et sur les navires, sont plus désagréables que dangereuses, encore qu'elles puissent jouer un rôle, rôle purement mécanique, dans le transport des germes. Elles sont également très sensibles aux vapeurs de chloropicrine. Lors de la chloropicrination du « Kronstadt », les blattes, les puces, les punaises qui avaient résisté antérieurement à une sulfuration, furent toutes détruites.

Sur le « Sénégalais », à la température de 16°, à la dose de 10 grammes par mètre cube, les blattes, dans ce cas particulier de l'espèce *Ectobra lividia*, furent toutes détruites après 24 heures de contact, et leurs œufs ne présentèrent plus d'éclosion.

6° Action de la chloropicrine sur d'autres parasites

a) L'action de la chloropicrine fut utilisée dans le traitement de la gale des chevaux, avec des résultats comparables à ceux de la sulfuration ; le succès obtenu donna l'idée d'appliquer l'action de la chloropicrine au sarcopte de la gale humaine ; les pommades à base de chloropicrine se montrèrent d'abord inefficaces, ce produit ayant une évaporation trop rapide ; pour éviter cette évaporation on enferma un doigt parasité et enduit d'une pommade à base de chloropicrine dans un doigtier de caoutchouc ; les résultats locaux furent

excellents, mais on ne continua pas cette expérimentation.

b) Les vapeurs de chloropicrine, et c'était d'ailleurs le but des premières recherches qui furent faites, peuvent être utilisées contre les parasites des végétaux ; ceci intéresse également l'hygiéniste, car il fallait savoir si les matières alimentaires végétales qui avaient subi leur action n'étaient pas dangereuses pour la consommation. La chloropicrine a permis la destruction des parasites des graines (charançons, *tribolium* navale, etc...), sans qu'elles en retiennent des traces ou deviennent toxiques.

c) Elle peut être également employée pour la destruction des termites qui, dans certaines de nos régions maritimes, s'attaquent aux planchers et aux charpentes et compromettent ainsi la solidité des immeubles.

M. Feytaud put ainsi détruire, avec une dose de 15 grammes par mètre cube et une durée de contact de 16 heures, une colonie de *Leucotermia Lucifugus Rossi* qui avaient envahi une villa.

d) Les teignes des laines et des plumes, ainsi que leurs œufs (*Tinea pellionella*, *Tinea biselleia*, *Tinea topazella*) peuvent également être détruites par la chloropicrine avec une dose de 15 à 25 grammes et une durée de contact de 48 heures.

Il est à noter que les laines et les plumes légèrement grasses retiennent facilement ce produit et demandent à être aérées largement, à moins que l'on ne veuille laisser se prolonger l'action parasiticide.

e) Indiquons également l'action destructive de la chloropicrine sur les diverses moisissures.

En résumé, la chloropicrine, employée à la dose de 10 grammes par mètre cube, permet :

1° la destruction des rats, la mort de ces derniers survenant en 22 minutes s'ils ont été constamment maintenus en atmosphère toxique ;

2° la destruction des puces, dans un temps maximum de 15 minutes ;

3° la destruction des punaises et de leurs œufs, des poux et de leurs lentes, tués sûrement après un contact de 24 heures ;

4° la destruction des tiques (*Rhipicephalus*) après un contact de 9 heures ;

5° la destruction des blattes ou cancrelats après une exposition de 24 heures aux vapeurs toxiques ;

6° avec une dose de 20 à 30 grammes, et un contact de 12 heures, elle détruit l'*Argas reflexus* ;

7° avec une dose de 15 grammes par mètre cube et un contact de 16 heures, elle détruit les termites ;

8° la chloropicrine permet également la destruction des mites et celle des parasites des céréales.

POUVOIR ANTISEPTIQUE DE LA CHLOROPICRINE

La chloropicrine ajoute-t-elle à ces propriétés importantes celles d'un désinfectant efficace, et pourrait-on compter sur une désinfection lors des opérations de désinsectisation ou de dératisation ?

La valeur antiseptique de la chloropicrine est tout à fait nette lorsque celle-ci est employée en solution aqueuse.

La fermentation lactique a été arrêtée par l'action d'une dose de 20 à 30 milligrammes par litre, même dans les cas où la culture avait été réalisée dans des milieux très favorables contenant du chlorure de calcium. 30 à 60 milligrammes par litre suffisent à arrê-

ter la fermentation ammoniacale des urines ; 1/10° de milligramme suffit à arrêter le développement de la bactérie du sorbose.

D'après M. le Professeur H. Violle, 12 milligrammes de chloropicrine versés dans un bouillon ensemencé avec une goutte d'une émulsion très concentrée de bacilles — *Bacterium Coli*, bacille typhique, bacilles parathyphiques, staphylocoque, streptocoque — en pleine vitalité, provenant d'une culture en gélose inclinée, ont empêché d'une manière absolue tout microbe non sporulé de se développer. Avec une dose double, les microbes sporulés tels que le *Subtilis*, ne peuvent plus proliférer (pouvoir préventif).

Des émulsions de bacilles fragiles tels que le *Bacterium Coli*, le bacille typhique, le bacille dysentérique, le *Bacterium proteus*, le bacille pyocyanique sont stérilisées en l'espace de 30 minutes par la chloropicrine ; les microbes du genre coccus, tels que le streptocoque et le staphylocoque sont tués après une heure de contact ; pour les germes sporulés tels que le *Subtilis*, 4 heures de contact sont nécessaires (pouvoir destructif).

Lors de ces expériences, on utilisait la chloropicrine en solution aqueuse saturée — on est sûr d'obtenir une solution à saturation en employant de la chloropicrine en excès ; celle-ci, par suite de sa densité, se dépose au fond du flacon.

Pour obtenir des résultats valables, il faut se servir de tubes scellés le plus près possible de la surface du liquide ; on évite ainsi l'évaporation de la chloropicrine soit dans l'atmosphère du tube, soit dans l'air extérieur. Faute de prendre cette précaution, on obtient des résultats erronés, et les auteurs n'ayant pas tenu compte de cela ont été obligés d'utiliser des doses de chloropicrine beaucoup plus fortes¹.

Il est à noter que, différant en cela du chlore, de l'iode et de ses dérivés, dont l'action antiseptique est forte mais momentanée, l'action de la chloropicrine est persistante. Ceci est dû à la grande stabilité des solutions et aussi à ce fait que leur titre ne se modifie que lentement si l'on opère avec des flacons bien bouchés.

Il faut noter également l'absence d'action coagulante signalée par M. le Professeur Bertrand.

Cette action antiseptique n'est pas due à une influence sur les réactions diastasiques, la chloropicrine en effet est sans action sur elles et pourrait même servir à établir un diagnostic entre les transformations diastasiques et les transformations cellulaires.

Lorsqu'on utilise des vapeurs de chloropicrine au lieu d'une solution de ce corps, son action antiseptique semble moins nette et moins constante.

Lors de la chloropincration du « Krönstadt », des cultures de bacilles d'Eberth, de bacilles paratyphiques, de bacilles de Yersin étalées sur du papier-filtre furent stérilisées par les vapeurs de chloropicrine ; la dose employée était de 10 grammes par mètre cube, la température ambiante de 30°.

La vitalité du bacille de Yersin prélevé sur des animaux d'expérience infectés — rats, cobayes — et qui avaient été soumis aux vapeurs toxiques, était conservée ; cependant la putréfaction des animaux sembla retardée.

Ensuite le Docteur Touchais utilisa la chloropicrine pour la désinfection des livres souillés par le bacille de Koch. Les pages des deux livres en expérience étaient badigeonnées avec une dilution de crachats tuberculeux dont on avait vérifié la richesse en bacilles, puis on laissait sécher à l'air pendant 24 heures.

L'un des livres était maintenu fermé, solidement

ficelé ; l'autre était ouvert. Ils furent exposés sous une cloche aux vapeurs de chloropicrine à la dose de 10 grammes par mètre cube, durant 24 heures. Des cobayes inoculés avec une émulsion des pages souillées ainsi traitées, ne présentèrent aucune infection tuberculeuse.

L'étude de l'action microbicide des vapeurs de chloropicrine sur différents groupes de germes microbiens fut faite par Marcandier d'une façon systématique, et c'est sur ces expériences que se basa d'ailleurs Touchais.

Dans une première série d'expériences, il obtint des résultats tout à fait inconstants sur le groupe coli-staphylo ; il obtenait une action bactéricide avec de faibles doses, alors qu'aucun résultat n'était obtenu avec des doses plus fortes ; cependant, en employant des doses de 50 grammes au moins par mètre cube et en prolongeant le contact durant 24 heures, on pouvait être sûr d'obtenir une action efficace. Il fallait donc dans ce dernier cas employer des doses supérieures à celles nécessaires pour détruire les parasites. Dans les vastes locaux une étanchéité suffisante pour l'emploi de telles doses était difficile à obtenir et la manipulation d'une aussi grosse quantité de chloropicrine était tout à fait incommode.

L'augmentation de la température, un degré hygrométrique élevé, la lumière favorisaient d'une façon remarquable cette action bactéricide, grâce peut-être à une décomposition partielle de la chloropicrine. En utilisant au maximum ces trois facteurs, de bons résultats pouvaient être obtenus.

Des expériences analogues sur le bacille de Koch donnèrent les mêmes résultats.

Il ne fallait donc pas compter sur une désinfection certaine au cours des opérations de désinsectisation ou de dératisation.

UTILISATION PRATIQUE DE LA CHLOROPICRINE

La chloropicrine, dont nous avons vu l'extrême toxicité vis-à-vis des rats, le pouvoir parasiticide puissant et éventuellement les propriétés bactéricides, peut-elle être utilisée pratiquement dans les opérations de désinsectisation soit sur les navires, soit à terre ?

L'une des premières opérations, et aussi l'une des plus connues, de dératisation et de désinsectisation par la chloropicrine, qui se soit faite sur une grande échelle, fut la chloropicingration, en rade de Bizerte, du navire-atelier russe « Kronstadt », navire infecté de peste.

Cette opération fut effectuée sous la direction de M. P. Randier, pharmacien-chimiste principal de la Marine, qui y consacra une thèse pour le doctorat de l'Université de Bordeaux (mention Pharmacie).

Le matériel employé fut extrêmement simple. Quatre touques à essence de 50 litres, munies de robinets, servirent au transport de la chloropicrine à bord du navire. A ces récipients furent adaptées des tubulures de caoutchouc qui servirent à l'écoulement du produit.

On plaça les récipients dans des parties du navire préalablement choisies. On laissa s'écouler la chloropicrine, par les tubes de caoutchouc, sur des tas de copeaux placés là afin d'augmenter la surface d'évaporation et par conséquent sa rapidité.

L'écoulement de la chloropicrine fut brusque et non progressif ; il ne dura que 15 minutes ; la dose employée fut de 10 grammes par mètre cube ; la température ambiante, tout à fait favorable, était de 30°.

Les panneaux furent clos et couverts, les manches à vent et les cheminées obturés par des toiles.

On revint deux jours après ; on ne trouva que 4 cadavres de rats, mais le navire avait déjà subi une sulfuration préalable ; par contre, tous les cancrelats, puces, punaises qui avaient résisté à la sulfuration étaient détruits.

On avait donc là une démonstration pratique de l'efficacité et de la possibilité d'emploi de la chloropicrine.

Nous avons surtout rapporté cette observation de dératisation et de désinsectisation parce qu'elle met en évidence les difficultés d'emploi et les inconvénients de la chloropicrine.

1° En effet, lors de la répartition de la chloropicrine dans les bidons, qui s'effectua avec la protection de masques Tissot, des traces de chloropicrine, suffisantes pour irriter les yeux et les voies respiratoires, purent pénétrer à travers les masques, sans toutefois causer d'accidents sérieux. Ceci était dû à l'extrême concentration des vapeurs de chloropicrine qui se produisaient autour des récipients pendant la manipulation de cette grande quantité de produit. Cet inconvénient n'est pas aussi grand qu'on pourrait le croire au premier abord ; il est possible en effet de manier de petites quantités de chloropicrine, telles que celles que l'on peut employer lors de l'étouffage des cocons de vers à soie, sans être protégé par un masque. Pour cela, il suffit de le faire en plein air et de placer les récipients sous le vent. Il est également facile d'imaginer un dispositif ayant pour principe le siphonnage et qui permettrait de transvaser la chloropicrine sans la mettre en contact avec l'air extérieur. On peut aussi la répartir, grâce à l'air comprimé, par un procédé analogue à celui employé pour l'HCy liquéfié. [L'air comprimé peut être produit par une simple pompe à bicyclette.]

2° Il fut extrêmement difficile d'aérer le navire et d'éliminer les vapeurs toxiques. Cinq jours après le début des opérations, certaines parties du navire étaient inabordables ; bien plus : deux ans après, lors de la démolition du navire, en enlevant certains planchers, l'odeur de la chloropicrine put être perceptible.

Il n'y avait, il est vrai, aucun moyen de ventilation mécanique à bord, toute la machinerie du navire étant arrêtée. On laissa les vapeurs toxiques s'évacuer d'abord spontanément, puis on employa l'appareil Blanc, aspirant et foulant de l'air, pour obtenir une aération plus active. Pour pénétrer dans certains locaux on fut obligé de pulvériser la solution suivante :

Trisulfure de potasse.....	10 kg
Soude caustique	5 kg
Eau	10 lit.

ce qui en permit la réoccupation immédiate.

Cette difficulté dans l'évacuation des vapeurs toxiques provenait non seulement de la forte densité des vapeurs de chloropicrine, qui sont plus lourdes que l'air (le gaz cyanhydrique, plus léger, s'évacue facilement par les hauts du navire), mais encore de la méthode employée. En effet, la chloropicrine avait été projetée brusquement en quelques points seulement du navire ; il y avait donc eu, non seulement une mauvaise répartition de la chloropicrine à l'intérieur du navire, mais encore, malgré la présence des tas de copeaux, la chloropicrine ainsi mal répartie s'évaporerait difficilement et pouvait, à l'état liquide, pénétrer sous les planchers et imprégner toutes les substances poreuses, en particulier les bois, avec lesquelles elle entraînait en contact.

Il ne fallait donc pas s'en tenir à des résultats obtenus dans des conditions aussi précaires d'utilisation, et

M. Randier proposa toute une série d'appareils destinés à pulvériser la chloropicrine, assurant ainsi sa bonne répartition et son évaporation immédiate. Il proposa même un appareil chauffé électriquement, permettant, par réaction du chlorure de chaux sur l'acide picrique, la formation, dans les locaux à traiter eux-mêmes, des vapeurs de chloropicrine.

A propos de l'utilisation de ce dernier procédé, il est à remarquer que l'on a cherché, tout au contraire, pour l'emploi des vapeurs sulfureuses, sulfureuses sulfuriques ou l'acide cyanhydrique, à utiliser ces corps préparés antérieurement. On voulait supprimer ainsi, dans la mesure du possible, tout appareillage spécial.

Les procédés d'utilisation de la chloropicrine qui ont été généralement employés, soit sur les navires, soit dans les locaux terrestres, sont les suivants :

1° On pulvérise la chloropicrine à l'aide de petits réservoirs d'air comprimé ou à l'aide d'un pulvérisateur Vermorel muni d'un réservoir spécial.

2° Un autre procédé, réglementaire dans l'armée de terre, consiste à projeter la chloropicrine à l'aide d'un verre, contre les parois des locaux à traiter. La chloropicrine est alors répartie dans des bouteilles que l'on place sur les lieux d'utilisation. La projection se fait le plus haut possible contre les parois des locaux, à cause de la forte densité des vapeurs qui ont tendance à s'accumuler vers le sol.

Les opérateurs, dans tous les cas, sauf lorsque les pulvérisations se font de l'extérieur (comme lors d'une formolisation, par exemple) sont protégés par un masque de guerre.

3° On imagina aussi, pour ne pas avoir à utiliser de masque, de projeter, dans les locaux à traiter, des bouteilles de verre hermétiquement bouchées contenant la chloropicrine. Ces bouteilles se brisaient contre les

murs ou sur le sol et les vapeurs de chloropicrine se dégageaient.

4° On utilisa également des appareils à renversement pouvant être maniés de l'extérieur avec une ficelle. Ces appareils permettaient de verser la chloropicrine sur des surfaces d'évaporation préparées à l'avance ; l'aération pouvait se pratiquer soit en ouvrant les fenêtres de l'extérieur, soit exactement, comme au cours d'une désinfection à l'aldéhyde formique, en les ouvrant à l'aide d'une ficelle passant par le trou d'une serrure.

5° On utilisa même la combustion d'un Fumigator Gonin pour provoquer l'évaporation de la chloropicrine et obtenir ainsi, outre une désinsectisation, une désinfection en surface certaine (Marcandier).

De nombreuses opérations de désinsectisation furent pratiquées à terre, dans les milieux militaires surtout. Le plus souvent elles furent effectuées dans le but de détruire les punaises.

On calfeutrait tous les orifices des pièces à traiter ; à cause de la forte densité des vapeurs, il fallait obturer avec soin toutes les fissures des planchers ainsi que les orifices des water-closets. Protégés par des masques de guerre, les opérateurs projetaient ensuite les quantités voulues de chloropicrine, le plus haut possible contre les murs. Ce procédé se montra efficace d'une manière constante aux doses de 10 grammes par mètre cube et après une durée de contact de 24 heures ; on pouvait pénétrer dans les locaux une demi-heure ou une heure après le début de l'aération, et ces derniers pouvaient être réoccupés sans inconvénients et sans danger douze heures après.

La projection directe de la chloropicrine ne nécessite aucun appareillage spécial, sinon l'emploi du masque de guerre. Cependant cette méthode présente l'incon-

vénient d'imprégner les corps poreux qu'elle peut rencontrer de chloropicrine à l'état liquide ; l'élimination de cette dernière est ainsi rendue plus difficile ; l'opérateur, souvent peu expérimenté, peut recevoir sur la tête et les épaules des gouttes de liquide ; il se produit alors autour de son visage une telle concentration de vapeurs que celles-ci peuvent passer sous le masque et devenir gênantes ; de plus, au sortir des locaux traités, les vêtements ainsi imprégnés nécessitent une aération d'une certaine durée pour que l'opérateur puisse enlever son masque sans désagrément.

Pour obvier à ces inconvénients, M. le Professeur Bertrand trouva un procédé simple ne nécessitant aucun appareillage spécial, basé sur ce fait que « une serviette retient facilement son poids de chloropicrine, c'est-à-dire qu'avec une serviette de toilette de 100 grammes on peut très bien retenir, par simple imbibition, 100 grammes de chloropicrine ; ceci suffit pour traiter très intensément une pièce qui aurait de 10 à 20 mètres cubes ».

Pour traiter un navire, il suffit donc d'examiner d'abord comment les différents compartiments sont reliés les uns aux autres pour commencer la répartition de la chloropicrine par le compartiment le plus éloigné de la sortie. Dans ces compartiments on a tendu des ficelles auxquelles on accroche les serviettes imbibées de chloropicrine.

Des linges de dimensions suffisantes étant préparés et la chloropicrine répartie dans des bouteilles contenant la dose nécessaire pour chaque compartiment, on transporte tout ce matériel à l'endroit où il doit être utilisé. L'opérateur, muni d'un masque, pénètre dans le compartiment le plus éloigné de la sortie, imbibes les linges absorbants avec les doses de chloropicrine préparées, les accroche aux ficelles, et, recu-

lant compartiment par compartiment, continue l'opération jusqu'à la sortie.

Une méthode exactement semblable fut ainsi employée par M. le Professeur Bertrand pour la dératisation et la désinsectisation d'un yacht de 30 compartiments et où le cubage à traiter était de 645 mètres cubes, ce qui exigea 6 kg. 500 de chloropicrine. L'opération, préparée comme il a été indiqué ci-dessus, n'exigea plus que 13 minutes pour être réalisée.

Dans ce cas, le bateau n'était pas pourvu de hublots, il était simplement aéré par des lanternes placées au-dessus des salles, et par les portes d'accès aux escaliers. Quarante-huit heures de ventilation suffirent néanmoins pour le rendre habitable.

Généralement, 24 heures de ventilation suffisent pour assurer l'aération. Cependant, après 27 heures d'aération, lors de la dératisation et de la désinsectisation d'un navire, le Docteur Seguy signala qu'un officier, ayant voulu coucher dans sa chambre, fut fortement incommodé. On peut s'expliquer ce fait si on se rappelle que les laines et plumes retiennent facilement les vapeurs de chloropicrine, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment ; des doses résiduelles de vapeur ont pu persister dans les objets de literie. Il serait donc nécessaire de les battre avant de les réutiliser.

Une méthode semblable peut être employée à terre sans modifications.

Pour les locaux à terre, cette question de ventilation, qui est certainement la plus difficile à résoudre, dans l'emploi de la chloropicrine, comme d'ailleurs de tous les gaz toxiques, se pose beaucoup moins, par suite de la grande surface des orifices d'aération qui, comme les portes, peuvent se prolonger jusqu'au ras du sol. Seule l'aération des sous-sols pourrait présenter quelque difficulté.

L'aération des voitures de chemin de fer ou de toute autre voiture publique est plus facile encore, car il suffit de les faire rouler un certain temps à vide, les portières ouvertes, pour éliminer sûrement toute trace de vapeurs toxiques. Ceci est intéressant, car le Conseil supérieur d'hygiène publique a interdit l'usage de l'acide cyanhydrique pour la désinsectisation de ces véhicules.

Il fallait néanmoins se demander si l'emploi de la chloropicrine pour le traitement des locaux à terre ne présente pas d'inconvénients pour le voisinage. Pour les bâtiments isolés, la question ne se pose pas ; elle est facilement résolue dans l'armée, où l'emploi de la chloropicrine est réglementaire, par l'évacuation complète des bâtiments traités. Il semble cependant qu'après un bon calfeutrage des orifices : portes, fenêtres, cheminées, fissures des planchers, ouvertures des lieux d'aisance, l'évacuation des pièces contiguës soit suffisante ; dans les vieux bâtiments en particulier, les fissures des murailles et des cloisons, les cheminées communicantes, etc ., devraient être recherchées avec soin. Ce ne sont pas là des précautions plus difficiles à observer que celles que M. le Professeur Violle indique pour l'emploi de l'acide cyanhydrique. Cependant, si un orifice, une fissure quelconque a échappé à l'attention, on est immédiatement averti, grâce à son pouvoir lacrymogène, de la présence de la chloropicrine dans un local voisin et on peut l'évacuer sans dommage.

En 1920, un appartement put être désinsectisé à Bordeaux par la chloropicrine. C'était la destruction des puces qui était uniquement recherchée. Les doses employées furent de 5 grammes par mètre cube ; les portes et les fenêtres étaient fermées mais non obturées hermétiquement, le rideau de la cheminée était

simplement baissé. On put rentrer dans l'appartement sans ventilation préalable, au bout de 48 heures, et, en aucun point de l'immeuble, on ne sentit l'odeur de la chloropicrine, même au ras des parquets ; quant aux insectes, ils furent totalement détruits.

L'emploi de la chloropicrine dans des chambres spéciales, pour les opérations d'épouillage en particulier, ne présente aucune difficulté.

La chloropicrine peut être également employée pour la destruction du rat dans son terrier. Ce procédé fut utilisé par le Médecin général Bouffard lors d'une bouffée épidémique de peste en 1921. On opérait très simplement en introduisant des tampons de chloropicrine, à 5 cm. de profondeur, dans les trous de rats, puis on bouchait l'orifice à l'aide de mortier.

Bien mieux, M. le Professeur Bertrand a montré qu'une goutte de chloropicrine par décimètre carré de surface du sol traité, suffisait à détruire des surmulots placés dans des cages de treillis métalliques à 25 cm. de profondeur. Ce procédé présentait de plus l'avantage, au point de vue agricole, de détruire les vers blancs. Il a donc imaginé un appareil distributeur de chloropicrine à cet effet.

La chloropicrine, malgré les apparences dues à ses propriétés lacrymogènes est donc facilement maniable aux doses utiles de 10 grammes par mètre cube. Elle n'a jamais causé d'accident mortel. Elle ne nécessite pour tout matériel que le masque de guerre. Elle peut être utilisée dans les mêmes conditions que l'anhydride sulfureux, et avec une efficacité incontestablement plus grande, dans la destruction des rongeurs en pleine campagne.

Le temps nécessaire pour obtenir une bonne aération est néanmoins parfois un obstacle à l'utilisation pratique de la chloropicrine. En hygiène maritime en

particulier, la convention de 1926 exige, en effet, que les opérations de désinsectisation et de dératisation soient effectuées dans un temps maximum de 24 heures ; or, sur les navires traités, la durée des opérations, temps de contact et aération, est de 24 heures pour chacune, soit 48 heures. Il est vrai qu'aucun procédé de ventilation artificielle n'a généralement été employé et que la durée de contact avec les vapeurs toxiques a été prolongée pour obtenir une désinsectisation complète. On pourrait abréger considérablement la durée d'aération par une ventilation mécanique énergétique, ou par pulvérisation d'un mélange de polysulfures alcalins que nous avons déjà indiqué ; mais ce dernier procédé est peu recommandable, car il produit des vapeurs d'hydrogène sulfuré. On pourrait abréger aussi le temps de contact avec les vapeurs toxiques et diminuer la concentration de ces dernières si on ne visait que la destruction des rats et des puces qui sont extrêmement sensibles à la chloropicrine.

Néanmoins, la chloropicrine devrait être utilisée dans les ports non outillés, concurremment avec le gaz sulfureux, pour les navires suspects ou infectés de peste en particulier ; son emploi ne présente pas plus de difficulté que celui du gaz sulfureux.

CONCLUSIONS

I. — Les vapeurs de chloropicrine permettent la destruction efficace des rats, des puces, des poux et de leurs lentes, des punaises et de leurs œufs, des blattes et de leurs œufs, des fourmis, des Rhipicéphales et des Argas.

II. — Une dose de 10 grammes de chloropicrine par m³ et une durée de contact de 24 heures sont généralement suffisantes pour obtenir ces résultats.

III. — Dans ces conditions d'emploi, les vapeurs de chloropicrine n'attaquent pas les métaux elles n'altèrent pas les dorures ou les couleurs, elles n'abîment pas les étoffes, elle ne peuvent rendre toxiques les céréales. Leur action sur les autres matières alimentaires semble négligeable, sauf sur les huiles et les graisses végétales.

IV. — Lorsqu'elles sont employées dans ces mêmes conditions, leur pouvoir antiseptique n'est pas suffisamment certain pour être pris en considération.

V. — Le pouvoir lacrymogène de la chloropicrine permet de la déceler à des doses bien inférieures à celles où elle pourrait être dangereuse pour l'homme.

VI. — Son transport est facile et son emploi n'exige aucun matériel spécial, si ce n'est celui d'un masque de guerre. En se plaçant dans certaines conditions, ce dernier est même inutile.

VII. — A cause de son pouvoir dératisant et parasiticide supérieur à celui des vapeurs sulfureuses et de son maniement moins compliqué et infiniment moins dangereux que celui de l'acide cyanhydrique, son emploi est tout indiqué lorsqu'on ne peut disposer d'un matériel spécial ou d'un personnel particulièrement entraîné.

On emploiera donc ces vapeurs :

a) lorsque l'on veut obtenir une dératisation et surtout une désinsectisation efficaces ;

b) lorsque les fumigations sulfureuses risquent d'altérer certains objets ou de détériorer les locaux à traiter.

VIII. — Le principal inconvénient de la chloropirine est la lenteur d'évacuation de ses vapeurs. Son emploi ne peut donc pas être toujours substitué aux fumigations sulfureuses ou à celles d'acide cyanhydrique.

IX. — Son action parasiticide plus marquée aux températures élevées et son action sur les tiques en particulier, la facilité de son emploi et de son transport font de la chloropirine un désinsectisant et un dératisant colonial parfait.

Vu :

LE DOYEN,
ROUSSY.

Vu :

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE,
TANON.

Vu et permis d'imprimer :

LE RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,
S. CHARLÉTY.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BARTHÉLEMY. — Epidémie de peste à bord du navire de guerre russe « Cronstadt » en rade de Bizerte au mois de juillet 1926. (*Archives de l'Institut Pasteur de l'Afrique du Nord*, juillet 1921.)
- BERTRAND (Gabril). — Sur la haute toxicité de la chloropicrine vis-à-vis de certains animaux inférieurs et sur la possibilité de son emploi comme parasiticide. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 168, p. 742, 1919.)
- Action de la chloropicrine sur les plantes supérieures. (*Ibid.*, t. 170, p. 858, 1920.)
 - Des conditions qui peuvent modifier l'action de la chloropicrine vis-à-vis des plantes supérieures. (*Ibid.*, t. 170, p. 952, 1920.)
 - Observation sur les propriétés des substances lacrymogènes et sur la mesure de leur activité. (*Ibid.*, t. 171, p. 965, 1920.)
 - Action de la chloropicrine sur la levure et sur la fleur de vin. (*Ibid.*, t. 170, p. 1350, 1920.)
 - Sur l'étouffage des cocons de vers à soie par la chloropicrine. (*Ibid.*, t. 178, p. 1656, 1924.)
 - Etude d'un nouveau procédé à base de chloropicrine. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 38, p. 529.)
 - Nouvelles expériences sur l'étouffage des cocons de vers à soie par la chloropicrine. Technique et campagne de 1925. (*Ibid.*, t. 40, p. 288, 1926.)
 - Dératisation des navires par la chloropicrine. (*Deuxième Conférence et Congrès colonial du rat et de la peste*, 7-12 octobre 1931, p. 492.)

- BERTRAND (Gabriel), BROcq-ROUSSEU et d'ASSONVILLE. — Destruction de la punaise des lits (*Cimex Lectularius*) par la chloropicrine. (*Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. 169, p. 441, 1919.)
- Destruction du charançon par la chloropicrine. (*Ibid.*, t. 169, p. 880, 1919.)
- Influence de la température et d'autres agents physiques sur le pouvoir insecticide de la chloropicrine. (*Ibid.*, t. 169, p. 1919.)
- Action comparée de la chloropicrine sur le charançon et le *tribolium*. (*Ibid.*, t. 169, p. 1428, 1919.)
- BERTRAND (Gabriel) et BROcq-ROUSSEU. — Sur la dératisation par la chloropicrine. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 170, p. 345, 1920.)
- BERTRAND (Gabriel) et d'ASSONVILLE. — Sur le traitement de la gale des équidés par les vapeurs de chloropicrine. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 169, p. 487, 1919.)
- BERTRAND (Gabriel) et M^{me} ROSENBLATT. — Action toxique comparée de quelques substances volatiles sur divers insectes. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. 168, p. 911, 1919.)
- La chloropicrine agit-elle sur les ferments solubles. (*Ibid.*, t. 171, p. 137, 1920.)
- Action de la chloropicrine sur quelques fermentations bactériennes. (*Ibid.*, t. 170, p. 1463, 1928.)
- BRUMPT (E.). — Précis de parasitologie.
- BOHEC. — Mesures contre les rats. (*Hygiène maritime et prophylaxie internationale*. Ouvrage publié sous la direction de M. le Professeur Tanon, p. 254 à 262.)
- CAZANOVE. — Le problème du rat dans le territoire de Dakar et dépendances. (*Deuxième Conférence internationale et Congrès colonial du rat et de la peste*, p. 136.)
- CLERC. — Législation sanitaire maritime. (*Hygiène maritime et prophylaxie internationale*), publié sous la direction de M. le Professeur Tanon.

- CODVELLE. — Le rat et la dératisation. (*Archives de Médecine et de Pharmacie militaire*, décembre 1931, p. 452.)
- CURY. — Destruction des rats à bord des navires de commerce. (*Archives de Médecine et de Pharmacie navale*, t. 29.)
- FAYTAUD (J.). — Sur la destruction des termites par la chloropicrine. (*Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. 171, p. 440, 1920.)
- FETEL. — Extrait d'une étude de la désinsectisation des casernements. (*Archives de Médecine et de Pharmacie militaires*, t. 76, p. 485, 1922.)
- GRÉGOIRE. — Les procédés actuels de dératisation, en particulier les gaz toxiques de guerre. (*Thèse*, Paris, 1922.)
- GUILLYNI. — Contribution à l'étude des propriétés toxiques de la chloropicrine. Chloropicrine et serpents. (*Thèse*, Bordeaux, 1924.)
- MATRUCHOT (L.) et SEE (P.). — Action de la chloropicrine sur des moisissures diverses. (*Compte rendu Société de Biologie*, t. 83, p. 170.)
- MANDOUL (A.). — Sur la dératisation des navires, emploi de la chloropicrine. (*Journal de Médecine de Bordeaux*, 10 août 1924, p. 660.)
- MARCANDIER. — Recherche sur l'action antiseptique et insecticide des vapeurs de chloropicrine. (*Archives de Médecine et Pharmacie navales*, t. 118, avril, mai, juin 1928, p. 136. *Ibid.*, juillet, août, septembre 1928, p. 205.)
- MIRGUET. — Désinsectisation par la chloropicrine. (*Archives de Médecine et de Pharmacie navales*, t. 110, p. 448, 1920.)
- PIUTTI (H.). — Action de la chloropicrine sur les parasites du blé et sur les rats. (*Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. 171, p. 343, 1920.)
- RANDIER (P.). — La chloropicrine. (*Archives de Médecine et de Pharmacie navales*, 1922, p. 56.)

- Quelques réflexions au sujet de la chloropicrination du « Cronstadt » (*Journal de Médecine de Bordeaux*, 1924, p. 663.)
- Dératisation et désinsectisation des navires par la chloropicrine. (*Thèse, Bordeaux* (Pharmacie), 1926.)
- RÈGLEMENT DU SERVICE DE SANTÉ A L'INTÉRIEUR (Notice 7, p. 349), Lavauzelle, éditeur.
- RAYNAUD. — Sur un nouvel appareil permettant d'employer la chloropicrine sans masque et sans danger pour la destruction des parasites des habitations. (*Archives de Médecine et de Pharmacie navales*, p. 588, 1930.)
- ROTHÉA. — La chloropicrine. Son utilisation dans la destruction des parasites des céréales et des graines. Sa recherche, son dosage. (*Revue de l'Intendance*, 1923, p. 56, etc.)
- SEGUY. — Note sur une dératisation et une désinsectisation de navire par la chloropicrine. (*Archives de Médecine et de Pharmacie navales*, t. 111, p. 509, 1921.)
- TOUCHAIS. — La désinfection des livres souillés par les bacilles tuberculeux. (*Thèse de Bordeaux*, 1924.)
- VIOLLE (H.). — Du pouvoir antiseptique de la chloropicrine. (*Compte rendu de l'Académie des Sciences*, t. 182, p. 290, 1920.)
- WOLLMANN. — Recherche sur la bactériophagie. (*Annales de l'Institut Pasteur*, t. 39, p. 800-801.)

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	7
Anhydride sulfureux. Anhydride sulfureux-sulfurique..	9
LA CHLOROPICRINE	13
Recherche de la chloropicrine. Son dosage.....	15
Action de la chloropicrine sur les substances alimen- taires	16
Autres actions sur les locaux et les substances qui peu- vent y être entreposées.....	17
ACTION DE LA CHLOROPICRINE SUR LE RAT.....	49
PROPRIÉTÉS INSECTICIDES DE LA CHLOROPICRINE.....	23
Pouvoir antiseptique de la chloropicrine.....	33
Utilisation pratique de la chloropicrine.....	37
CONCLUSIONS	47
BIBLIOGRAPHIE	49



IMPRIMERIE SPÉCIALE
DE
MM. VIGOT Frères



